TDDE71

Abstraktion, Klasser, överlagring och testdriven utveckling

Eric Ekström & Klas Arvidsson

Institutionen för datavetenskap

1 Klasser
2 Filuppdelning
3 Inkludering och kompilering
4 Överlagring
5 Undantag
6 Testning

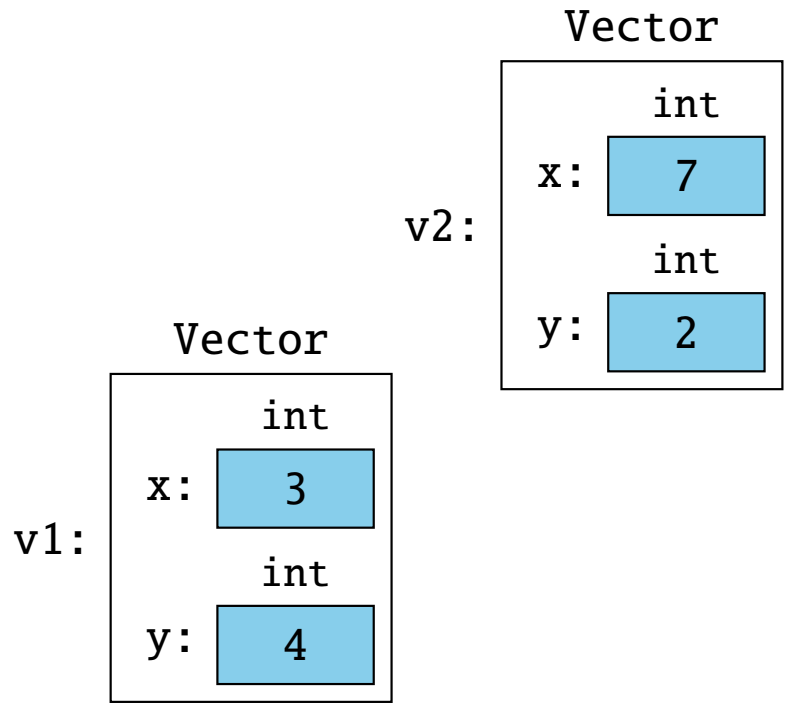
Klasser - repetition av aggregat

- Ett aggregat är en egenskapad datatyp som består av flera andra data.

```
struct Vector
{
  int x;
  int y;
};

int main()
{
  Vector v1 {3, 4};
  Vector v2 {7, 2};

  cout << v1.x << endl;
  cout << v2.y << endl;
}
```



Klasser

Imperativt

```
struct Vector
{
  int x;
  int y;
};

double length(Vector const& v)
{
  return sqrt(v.x * v.x + v.y * v.y);
}


int main()
{
  Vector v {3, 4};
  cout << length(v) << endl;
}
```

Klasser

Imperativt

```
struct Vector
{
  int x;
  int y;
};

double length(Vector const& v)
{
  return sqrt(v.x * v.x + v.y * v.y);
}


int main()
{
  Vector v {3, 4};
  cout << length(v) << endl;
}
```

Objektorienterat

```
class Vector
{
public:
  int x;
  int y;

  double length() const
  {
    return sqrt(x * x + y * y);
  }
};

int main()
{
  Vector v {3, 4};
  cout << v.length() << endl;
}
```

Klasser

Ny terminologi:

- Klass
- Objekt / Instans
- Datamedlem (medlemsvariabel)
- Medlemsfunktion

Nya koncept:

- Synlighet och inkapsling: `public`, `private`
- Ändringsskydd på funktioner
- Hur vet vi vilken x och y det handlar om?

Objektorienterat

```
class Vector
{
public:
  int x;
  int y;

  double length() const
  {
    return sqrt(x * x + y * y);
  }
};

int main()
{
  Vector v {3, 4};
  cout << v.length() << endl;
}
```

Klasser

Klass

- En sammansatt datatyp
- Beskriver
  - hur en varibel skulle kunna se ut
  - vilken data variabeln ska ha
  - vilka funktioner som går att applicera på datan

Objekt

- En variabel
  - datatyp
  - namn
  - värde
- Har funktioner som verkar på datan

```
class A
{
public:
  int x; char y;
  void foo();
};
```

```
A a {1, 'c'};

a.foo();
```

Datamedlem

- En variabel inuti en klass
- Skapas och tas bort med varje klassobjekt
- Varje klassobjekt har en egen uppsättning datamedlemmar
- Representerar klassens datainnehåll
- Beskriver relationen “består av” eller “har”
- Är “global inom klassen”
- Kan skyddas från åtkomst “utifrån”
- Får startvärden via konstruktors datamedlemsinitieringslista!

Medlemsfunktion

- Funktion inuti en klass
- Funktionen tillhör klassen
- Kan endast anropas utifrån ett objekt
- Har automatiskt tillgång till objektets datamedlemmar (objektet skickas med till funktionen automatiskt)

Klasser - synlighet

- Innehållet i en klass kan placeras i:
  - `public` - synligt från annan programkod
  - `private` - endast synligt från funktioner som tillhör klassen
- Kompilatorn ser till att reglerna följs

```
class Vector
{
public:
  float length() const
  {
    return sqrt(x * x + y * y); // Ok!
  }
private:
  int x;
  int y;
};

int main()
{
  Vector v {3, 5};
  v.x = 7;      // Komplierar ej!
  cout << v.length() << v.x; // ???
}
```

Klasser - inkapsling

- Extern kod kan bara använda det som är publikt!
- Det är tydligt vad vi avser extern kod ska använda
- Vi kan ändra allt som är privat senare och övrig kod påverkas inte eftersom kompilatorn förbjudit att använda annat än publika medlemmar
- Vi kan förhindra att datamedlemmar får fel värden. Alla ändringar går kontrollerat via våra medlemsfunktioner

Standard: Försök gör så mycket som möjligt privat!

Klasser - ändringsskydd

- Vi kan ange att en funktion inte kommer ändra på någon av objektets datamedlemmar
- Anges med `const` efter funktionsdeklarationen
- Avsaknat av `const` anger ATT funktionen ändrar objektet (även om den inte gör det)
- Förtydligar för den som skriver koden, den som använder koden, och kompilatorn kontrollerar.
- Viktigt för konstanta objekt (t.ex. `const&` på parametrar)

```
class Vector
{
public:
  float length() const;
};
```

Klasser - konstruktor

- En konstruktor är en speciell medlemsfunktion som anropas när ett objekt skapas
- Tanken är att vi i konstruktorn tilldelar datamedlemmarna sina värden
- Inget returvärde -> resultatet är ett skapat objekt
- Har alltid samma namn som klassen
- I medlemsinitieringslistan får datamedlemmarna sina värden

```
Vector(int init_x, int init_y)
  : x { init_x }, y { init_y } // datamedlemsinitieringslista
{
  // Funktionsblock
}
```

Klasser - konstruktor

Varför inte bara sätta värden efter?

```
int main()
{
  Vector v {};
  v.x = 4;
  v.y = 5;
}
```

Klasser - konstruktor

Varför inte bara sätta värden efter?

```
int main()
{
  Vector v {};
  v.x = 4;
  v.y = 5;
}
```

Dåligt!

- Exponerar interna detaljer
- Ingen felkontroll
- Opraktiskt
- Bryter inkapsling

Klasser - konstruktor

- Kan vi ha flera olika konstruktorer?
- Vad händer om vi inte skapar en konstruktor?
  - Vi kommer alltid ha en konstruktor. Om vi inte anger en skapar kompilator en åt oss.

```
// Flera konstruktorer
Vector();
Vector(int x, int y);

// default-konstruktor
Vector() = default;
```

1 Klasser
2 Filuppdelning
3 Inkludering och kompilering
4 Överlagring
5 Undantag
6 Testning

Filuppdelning

Filuppdelning

- Klassdeklaration i en headerfil (`.h`)

vector.h

```
class Vector
{
public:
  Vector(int x, int y);
  float length() const;
  void normalize();

private:
  int x;
  int y;
};
```

Filuppdelning

- Klassdeklaration i en headerfil (`.h`)
- Definition av medlemsfunktioner i en implementationsfil (`.cc`)

vector.h

```
class Vector
{
public:
  Vector(int x, int y);
  float length() const;
  void normalize();

private:
  int x;
  int y;
};
```

vector.cc

```
#include "vector.h"
float Vector::length() const
{
  return sqrt(x * x + y * y);
}

void Vector::normalize()
{
  float d { length() };
  x = x / d;
  y = y / d;
}
```

Filuppdelning

- Klassdeklaration i en headerfil (`.h`)
- Definition av medlemsfunktioner i en implementationsfil (`.cc`)
- main-funktion i ett huvudprogram (`.cc`)

main.cc

```
#include <iostream>

#include "vector.h"

int main()
{
  Vector v {3, 4};
  v.normalize();
  cout << v.length()
       << endl;
  return 0;
}
```

vector.h

```
class Vector
{
public:
  Vector(int x, int y);
  float length() const;
  void normalize();

private:
  int x;
  int y;
};
```

vector.cc

```
#include "vector.h"
float Vector::length() const
{
  return sqrt(x * x + y * y);
}

void Vector::normalize()
{
  float d { length() };
  x = x / d;
  y = y / d;
}
```

Filuppdelning

Varför lägger vi klassdeklarationen i en h-fil?

- h-filen blir ett gränssnitt som programmet (och programmeraren) kan vända sig till för att veta vad klassen kan göra.

Filuppdelning

Varför lägger vi klassdeklarationen i en h-fil?

- h-filen blir ett gränssnitt som programmet (och programmeraren) kan vända sig till för att veta vad klassen kan göra.
- Implementationsdetaljer är gömda. Vi ska inte behöva veta hur en klass fungerar för att använda den.

Filuppdelning

Varför lägger vi klassdeklarationen i en h-fil?

- h-filen blir ett gränssnitt som programmet (och programmeraren) kan vända sig till för att veta vad klassen kan göra.
- Implementationsdetaljer är gömda. Vi ska inte behöva veta hur en klass fungerar för att använda den.
- Vi undviker dubbla definitioner av medlemsfunktioner när vi inkluderar koden i andra filer.

1 Klasser
2 Filuppdelning
3 Inkludering och kompilering
4 Överlagring
5 Undantag
6 Testning

Inkludering och kompilering

Hur får anropande programmet tillgång till definitionerna?

```
$ g++ main.cc
/usr/bin/ld: /tmp/ccJZJjjm.o: in function 'main':
/main.cc:12: undefined reference to 'Vector::length() const'
collect2: error: ld returned 1 exit status
```

Inkludering och kompilering

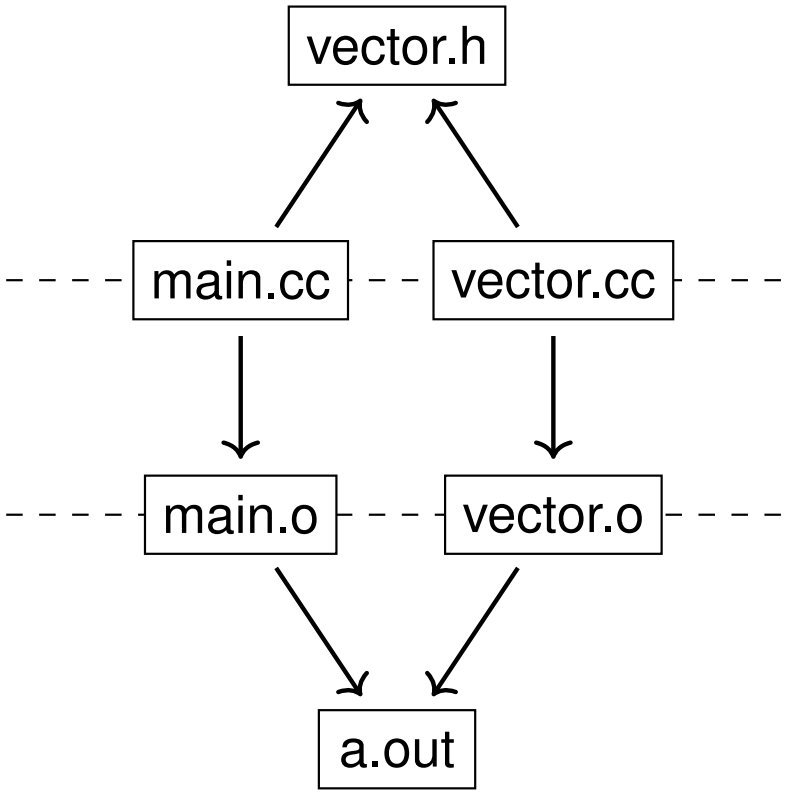
Hur får anropande programmet tillgång till definitionerna?

```
$ g++ main.cc
/usr/bin/ld: /tmp/ccJZJjjm.o: in function 'main':
/main.cc:12: undefined reference to 'Vector::length() const'
collect2: error: ld returned 1 exit status
```

Vi måste kompilera vår implementationsfil också!

```
$ g++ main.cc vector.cc
```

Inkludering och kompilering



- Preprocessor - inkludering
- Kompilering - skapar kompilerade objekt-filer (`.o`)
- Länkning - länkar samman o-filer till ett körbart program

Inkludering och kompilering

- Alla cc-filer kompileras
- h-filer inkluderas
- Kompilera **aldrig** en h-fil!
  - Då genereras en `.gch`-fil som kompilator kommer använda i framtiden istället för er uppdaterade h-fil. Ta alltid bort filer med ändelse `.gch`!

Inkludering och kompilering

Vad händer om vi inkluderar samma fil två gånger?

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};
```

```
#include "vector.h"
#include "vector.h"

int main()
{
  //..
}
```

Inkludering och kompilering

Vad händer om vi inkluderar samma fil två gånger?

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};
```

```
#include "vector.h"
#include "vector.h"

int main()
{
  //..
}
```

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};

#include "vector.h"

int main()
{
  //..
}
```

Inkludering och kompilering

Vad händer om vi inkluderar samma fil två gånger?

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};
```

```
#include "vector.h"
#include "vector.h"

int main()
{
  //..
}
```

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};

#include "vector.h"

int main()
{
  //..
}
```

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};

using namespace std;
class Vector
{
  ...
};

int main()
{
  //..
}
```

Inkludering och kompilering

Vad händer om vi inkluderar samma fil två gånger?

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};
```

```
#include "vector.h"
#include "vector.h"

int main()
{
  //..
}
```

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};

#include "vector.h"

int main()
{
  //..
}
```

```
using namespace std;
class Vector
{
  ...
};

using namespace std;
class Vector
{
  ...
};

int main()
{
  //..
}
```

KOMPILERAR EJ!

Inkludering och kompilering

Vi behöver en header guard!

```
#ifndef VECTOR_H
#define VECTOR_H

class Vector
{
  ...
};

#endif
```

- Alla h-filer **ska** ha en header guard.
- Använd aldrig `using namespace std;` i en h-fil. Då tvingas alla som inkluderar vår fil att också `using namespace std;`

1 Klasser
2 Filuppdelning
3 Inkludering och kompilering
4 Överlagring
5 Undantag
6 Testning

Funktionsöverlagring

- I C++ kan flera funktioner ha samma namn
- Antal parametrar och deras typer avgör vilken som anropas
- Kompilatorn väljer den som matchar

```
int triangle_area(int base, int height);                // v1
int triangle_area(int side1, int side2, int side3);     // v2
int triangle_area(int side1, int side2, double angle); // v3
```

```
cout << triangle_area(1, 1);        // v1 anropas
cout << triangle_area(1, 1, 1);     // v2 anropas
cout << triangle_area(1, 1, 1.0);   // v3 anropas
```

Funktioner - default-argument

Ibland vill vi att en parameter alltid ska få ett visst värde, om vi inte anger något annat.

- Vi sätter ett default-argument på den parametern.
- Parametrar med default-argument måste ligga sist i parameterlistan.
- Default-argument anges endast i deklarationen av en funktion. Ej vid definition.

```
void setfill(char fill_char = ' ');
```

```
setfill('*');  // fyll ut med '*'
setfill();     // fyll ut med ' '
```

Operatoröverlagring

Hur kan vi addera två vektorer och skriva ut resultatet?

```
Vector v1 {3, 4};
Vector v2 {2, 5};

Vector v3 { v1 + v2 };

cout << v3 << endl;
```

Operatoröverlagring

Hur kan vi addera två vektorer och skriva ut resultatet?

```
Vector v1 {3, 4};
Vector v2 {2, 5};

Vector v3 { v1 + v2 };

cout << v3 << endl;
```

KOMPILERAR EJ!

Operatoröverlagring

Hur fungerar strängaddition? Hur vet kompilatorn vad som ska göras?

```
string s1 {"c++ är "};
string s2 {"bäst!"};

string s3 { s1 + s2 };
cout << s3 << endl;
```

Operatoröverlagring

Hur fungerar strängaddition? Hur vet kompilatorn vad som ska göras?

```
string s1 {"c++ är "};
string s2 {"bäst!"};

string s3 { s1 + s2 };
cout << s3 << endl;
```

Det finns en funktion!

```
  string operator+(string const& lhs, string const& rhs)
  {
    // slå ihop två strängar
  }
```

Operatoröverlagring

```
Vector v3 { v1 + v2 };
// ekvivalent med
Vector v3 { operator+(v1, v2) };
```

Hur skulle funktionsdeklarationen för `operator+` se ut i vårt fall?

Operatoröverlagring

```
Vector v3 { v1 + v2 };
// ekvivalent med
Vector v3 { operator+(v1, v2) };
```

Hur skulle funktionsdeklarationen för `operator+` se ut i vårt fall?

```
Vector operator+(Vector const& lhs, Vector const& rhs)
{
  // Implementera vektor-addition!
}
```

Operatoröverlagring

Det går också att skapa en operator som en medlem:

```
v1 + v2;
// ekvivalent med
v1.operator+(v2);
```

Hur skulle vår funktionsdeklaration se ut om det var en medlemsfunktion?

Operatoröverlagring

Det går också att skapa en operator som en medlem:

```
v1 + v2;
// ekvivalent med
v1.operator+(v2);
```

Hur skulle vår funktionsdeklaration se ut om det var en medlemsfunktion?

```
Vector Vector::operator+(Vector const& rhs) const
{
  // Implementera vektor-addition!
}
```

Var är `lhs`? Varför är funktionen `const`?

Operatoröverlagring

Två sätt att skriva en operator:

```
[returtyp] operator[symbol]([left], [right])
{
  // Instruktioner
  [retursats]
}

[returtyp] [klass]::operator[symbol]([right])
{
  // Instruktioner
  [retursats]
}
```

Operatoröverlagring

Vilken variant ska man välja när?

- Båda är okej. Välj den ni vill, men var så konsekventa det går!
- Det finns dock stunder då vi tvingas välja alternativ 1:
  - Om operanden på vänster sida är av en typ vi inte kan styra över.

```
Vector v {3, 4};
v = 2 * v;  //   2.operator*(v) fungerar ej!
```

Operatoröverlagring

På cppreference kan vi se hur operatorer ska vara implementerade.

Övning: Hur ser funktionsdeklarationerna ut för de två olika fallen av `operator<<`? Vilken av dem är genomförbar?

```
Vector v1 {3, 4};
Vector v2 {2, 5};

cout << v1 << v2 << endl;
```

Operatoröverlagring

På cppreference kan vi se hur operatorer ska vara implementerade.

Övning: Hur ser funktionsdeklarationerna ut för de två olika fallen av `operator<<`? Vilken av dem är genomförbar?

```
Vector v1 {3, 4};
Vector v2 {2, 5};

cout << v1 << v2 << endl;
```

```
ostream& ostream::operator<<(Vector const& rhs);
ostream& operator<<(ostream& os, Vector const& rhs);
```

Operatoröverlagring

Hur ska vi använda operatoröverlagring?

- Använd operatoröverlagring om det
  - är naturligt och väntat
  - inte har några bieffekter
- Använd endast en operator till sitt tänkta ändamål
- Härma beteendet av andra operatorer i C++

1 Klasser
2 Filuppdelning
3 Inkludering och kompilering
4 Överlagring
5 Undantag
6 Testning

LINKÖPING UNIVERSITY

Undantag

Hur ska en programkomponent signalera till en annan att de värden komponenten fått att arbeta med inte är användbara?

- I första hand, se till att programmet inte kompilerar!
  - Välj bra datatyper så att det endast går att skicka in korrekt data.
- I andra hand, kasta ett undantag!

Undantag - kasta

Om ett undantag kastas avbryts den nuvarande funktionen och den anropande funktionen får en notis om att ett undantag kastades. Denna måste då fånga undantaget eller kasta om undantaget.

```
throw std::logic_error("Ett meddelande");

throw std::runtime_error("Ett meddelande");
```

Om ett undantag kastas i main() avbryts körningen:

```
terminate called after throwing an instance of 'std::logic_error'
what(): Ett meddelande
Aborted (core dumped)
```

Undantag - fånga

"Kör instruktionerna i block1. Om det där kastas ett undantag, avbryt block1 och kör instruktionerna i block3. Då körs inte block2."

```
int main()
{
  try
  {
    // block1
    // block2
  }
  catch(std::exception& e) //Fångar alla standard-undantag
  {
    // block3
  }
}
```

Undantag - exempel

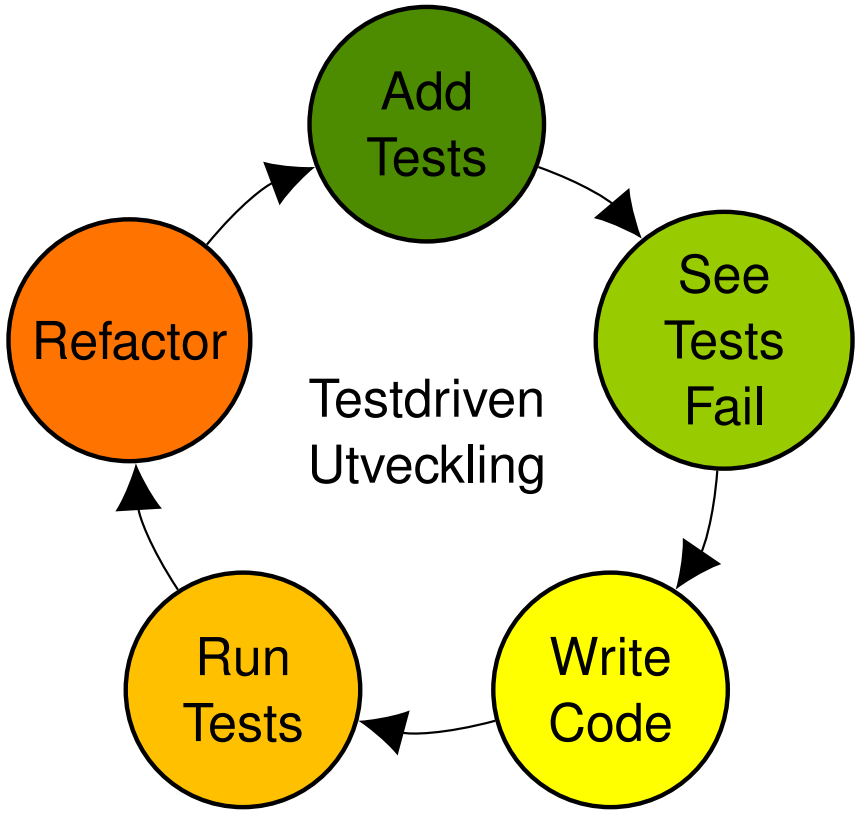
```
int factorial(int i)
{
  if (i < 0)  throw std::logic_error("I can't compute that!");
  if (i <= 1) return 1;
  else        return factorial(i - 1) * i;
}
```

```
int main()
{
  try
  {
    int x { factorial(3)  };
    int y { factorial(-5) };
    cout << x << endl;
  }
  catch(std::exception& e)
  {
    std::cout << "Error: " << e.what() << std::endl;
  }
}
```

1 Klasser
2 Filuppdelning
3 Inkludering och kompilering
4 Överlagring
5 Undantag
6 Testning

LINKÖPING UNIVERSITY

Testdriven utveckling (TDD)



Catch

```
#include "catch.hpp"
#include <stdexcept>

int factorial(int i)
{
  if (i < 0)  throw std::logic_error("I can't compute that!");
  if (i <= 1) return 1;
  else        return factorial(i - 1) * i;
}

TEST_CASE( "Test factorial() function" )
{
  CHECK( factorial(1) == 1 );
  CHECK( factorial(3) == 6 );

  CHECK_FALSE( factorial(1) == 2 );

  CHECK_THROWS( factorial(-1) );
}
```

Testa med Catch

- Behöver testramverket catch:
  - `catch.hpp`, `test_main.cc`
  - Finns i givna filer på kurshemsidan.
- Behöver testfil och tillhörande kod som ska testas.

Kompilera koden som vanligt.
`*.cc` och `*.cpp` kompileras. `*.h`, `*.hh` och `*.hpp` inkluderas!

```
w++17 test_main.cc kod_test.cc kod.cc
./a.out
===============================================================
All tests passed(89 assertions in 14 test cases)
```

Snabbare kompilering

Kompilera `test_main.cc` separat. Detta görs bara en gång:

```
w++17 -c test_main.cc
```

- `-c` utför endast kompilering, ej länkning. Genererar en objektfil

Kompilera övriga filer och länka in `test_main.o`:

```
w++17 test_main.o kod_test.cc kod.cc
```

www.ida.liu.se/~TDDE71/